



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE CIÊNCIAS EXATAS
LICENCIATURA INTEGRADA EM MATEMÁTICA E FÍSICA**

EDNELMA BRANCO MADEIRA

**MODELAGEM MATEMÁTICA APLICADA PARA DIMENSIONAR
RESERVATÓRIOS DE ÁGUA:
RELATO DE EXPERIÊNCIA EM UMA ESCOLA ESTADUAL NA CIDADE DE
SANTARÉM-PA**

**Santarém - PA
2025**

EDNELMA BRANCO MADEIRA

**MODELAGEM MATEMÁTICA APLICADA PARA DIMENSIONAR
RESERVATÓRIOS DE ÁGUA:
RELATO DE EXPERIÊNCIA EM UMA ESCOLA ESTADUAL NA CIDADE DE
SANTARÉM-PA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Ciências Exatas, Curso de Licenciatura Integrada em Matemática e Física, para obtenção do grau de Licenciado Pleno em Matemática e Física da Universidade Federal do Oeste do Pará, Instituto de Ciências da Educação.

Orientador: Prof. Dr. Emerson Silva de Sousa

**Santarém - PA
2025**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/Ufopa

- M181 Madeira, Ednelma Branco
 Modelagem matemática aplicada para dimensionar reservatórios de
 água: relato de experiência em uma escola estadual na cidade de Santarém
 - PA./ Ednelma Branco Madeira. – Santarém, 2025.
 50 p.: il.
 Inclui bibliografias.
- Orientador: Emerson Silva de Sousa.
 Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal do
 Oeste do Pará, Instituto de Ciências da Educação, Licenciatura em Matemática e
 Física.
1. Modelagem. 2. Hidrostática. 3. Geometria. I. Sousa, Emerson Silva de,
 orient. II. Título.

CDD: 23 ed. 516.36098115



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO



ATA Nº 137/2025 - ICED (11.01.07)

Nº do Protocolo: 23204.009844/2025-91

Santarém-PA, 17 de julho de 2025.

ATA DE DEFESA DE TCC DO CURSO LICENCIATURA INTEGRADA EM MATEMÁTICA E FÍSICA. Aos dezessete dias do mês de julho de dois mil e vinte e cinco, na cidade de Santarém, Estado do Pará, às 10 horas da manhã, reuniu-se na sala R8, campus Rondon, da Universidade Federal do Oeste do Pará, para a sessão pública de **defesa** do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) desenvolvido por **EDNELMA BRANCO MADEIRA**, intitulado: **MODELAGEM MATEMÁTICA APLICADA PARA DIMENSIONAR RESERVATÓRIOS DE ÁGUA: RELATO DE EXPERIÊNCIA EM UMA ESCOLA ESTADUAL NA CIDADE DE SANTARÉM-PA**; sob orientação do Prof. Dr. Emerson Silva de Sousa, da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA). A banca examinadora foi composta pelo professor orientador citado, pela Profa. **Dra. Nilzilene Gomes de Figueiredo** (UFOPA) e pela Profa. **Dra. Verônica Solimar Santos** (IFPA). Após a defesa e análise do TCC, considerando a qualidade do trabalho enquanto produto de iniciação científica, a banca decidiu pela **aprovação** do TCC, resultando a **nota 9,7**. Fica acordado que a nota está condicionada a entrega final do trabalho, no prazo máximo de **30 dias úteis** a partir desta data e o mesmo deverá contemplar as observações da banda examinadora. Proclamados os resultados pelo Coordenador da banca, foram encerrados os trabalhos e para constar, eu Emerson Silva de Sousa, lavrei a presente ata que será assinada pela autora e membros da banca examinadora.

(Assinado digitalmente em 24/07/2025 08:59)

EMERSON SILVA DE SOUSA
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR
ICED (11.01.07)
Matricula: ###401#3

(Assinado digitalmente em 17/07/2025 16:06)

NILZILENE GOMES DE FIGUEIREDO
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR
ICED (11.01.07)
Matricula: ###829#0

(Assinado digitalmente em 17/07/2025 20:02)

EDNELMA BRANCO MADEIRA
DISCENTE
Matricula: 2020####8

Verônica Solimar Santos
SJAPE 1190540
Docente IFPA.

À Sagrada Família,
aos meus pais, irmãos e Ananda.

Pela inspiração, amor, carinho e amizade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente a Deus, por ter me dado a oportunidade de realizar o sonho de cursar Licenciatura em Matemática e Física, e por me dar forças para lutar por meus objetivos.

A São José e Nossa Senhora, por terem me inspirado durante a produção deste trabalho.

Aos meus pais Marcos Antônio de Moura Madeira e Ednelma Cleide Branco Madeira, por serem minha base, meu suporte, mantendo-me de pé neste percurso.

Às minhas irmãs Isabel e Maria Esther, por serem minhas companhias de vida, meu porto seguro, o maior presente que o criador poderia me dar.

À minha melhor amiga Ananda Coelho, por todos os conselhos dados, e por ter me auxiliado a suportar os momentos de maior dificuldade durante a faculdade.

Agradeço ao prof. Dr. Emerson Silva de Sousa, pelas suas orientações e contribuições para a conclusão deste trabalho.

Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas, Graças a Deus, não sou o que era antes (Marthin Luther King).

RESUMO

A presente pesquisa tem como objetivo relatar uma experiência de atividades desenvolvidas com uma turma do 2º ano do Ensino Médio, em uma escola estadual, na cidade de Santarém - Pará, apresentando a Modelagem como uma metodologia a ser aplicada em sala de aula, para trabalhar assuntos da Matemática e Física, de forma contextualizada com a realidade do estudante. Nos 5 encontros realizados, abordou-se conteúdos relacionados à Hidrostática e Geometria, para o dimensionamento de reservatórios de água na referida escola. Observou-se, que apesar de algumas dificuldades encontradas durante a aplicação do estudo, como mudanças de turma, e contratempos que impediram que as aulas acontecessem de forma regular em semanas consecutivas, a abordagem despertou interesse de grande parte dos discentes, evidenciando, por meio de uma experiência prática, que é possível ensinar de modo interdisciplinar com outras áreas do conhecimento, e de uma maneira menos abstrata, conectando a teoria com casos reais presentes na sociedade.

Palavras-chaves: modelagem; hidrostática; geometria; reservatório de água.

ABSTRACT

The present study aims to report on an experience involving activities conducted with a 2nd-year high school class, in a state school, in the city of Santarém, Pará, introducing Mathematical Modeling as a methodology to be implemented in the classroom for addressing topics in Mathematics and Physics in a manner contextualized to students' real-life experiences. Over the course of five sessions, concepts related to Hydrostatics and Geometry were explored, focusing on the design and sizing of water reservoirs at the school in question. Despite certain challenges encountered during the implementation of the study—such as class reassignments and setbacks that hindered the continuity of lessons across consecutive weeks—the approach successfully engaged a significant portion of the students. This outcome highlights, through a hands-on experience, that it is possible to teach in an interdisciplinary manner, integrating different areas of knowledge, while presenting content in a less abstract way that connects theoretical concepts to real-world situations.

Keywords: modeling; hydrostatics; geometry; water reservoir.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- O aluno e o professor nos casos de modelagem.	18
Figura 2- Área da base e volume do cilindro e paralelepípedo	23
Figura 3- Primeiro momento com a turma	28
Figura 4- Apresentação de objetivos e justificativa	29
Figura 5- Slide de discussão da relação de pressão com altura	29
Figura 6- Planta baixa apresentada por uma aluna	30
Figura 7- Slide de discussão da relação de pressão com atrito da água nas tubulações	31
Figura 8- Reflexão do cálculo de volume de caixa d'água	32
Figura 9- Estudante dimensionando o reservatório de sua casa	32
Figura 10- Cálculo do reservatório de residência apresentado por um estudante	33
Figura 11- Discussão de como medir um objeto e sua unidade de medida	34
Figura 12- Reflexão sobre as unidades de medida de distância, área e volume	34
Figura 13- Reflexões sobre conversão de unidades	35
Figura 14- Exercício sobre conversão de unidades apresentado por um estudante.	35
Figura 15- Conversão de unidade de reservatório da casa apresentada por um estudante	36
Figura 16- Reflexões sobre geometria plana e espacial para cálculo de caixa d'água	36
Figura 17- Aplicação de exercício a ser respondido em sala de aula	37
Figura 18- Resolução dos exercícios apresentados por um estudante	38
Figura 19- Correção dos exercícios no quadro	38
Figura 20- Dimensionamento da caixa d'água da casa feita por um aluno	39
Figura 21- Dimensionamento do reservatório de água da escola feito por um aluno	40
Figura 22- Dimensionamento do reservatório de água da escola feito por uma aluna	40
Figura 23- Apresentação do questionário	41

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Consumo predial diário para residências (valores indicativos).....	33
Quadro 2: Consumo predial diário para escolas (valores indicativos).....	39
Quadro 3: Resposta perguntas objetivas do questionário.....	42
Quadro 4: Resposta da pergunta 6 do questionário.....	43

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	Problema de Pesquisa	12
1.2	Justificativa	12
1.3	Objetivos	13
1.3.1	Objetivo Geral	13
1.3.2	Objetivos Específicos	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1	Modelagem Matemática	14
2.2	Conceitos de Física	19
2.3	Conceitos de Matemática	21
3	METODOLOGIA	24
3.1	Caracterização da Área de Estudo	24
3.2	Caracterização da Pesquisa	24
3.3	Procedimentos Metodológicos	26
4	ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS	28
4.1	Aplicação da atividade em sala de aula	28
4.1.1	Primeiro Encontro	28
4.1.2	Segundo Encontro	30
4.1.3	Terceiro Encontro.....	33
4.1.4	Quarto Encontro	36
4.1.5	Quinto Encontro	39
4.2	Resposta dos Alunos	42
5-	CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
	REFERÊNCIAS	46
	APÊNDICE 1	48
	APÊNDICE 2	49
	APÊNDICE 3	50

1 INTRODUÇÃO

Ao considerar o ensino tradicional, amplamente utilizado nas escolas brasileiras, observa-se a dificuldade dos professores em contextualizar conteúdos abstratos com o cotidiano dos alunos. Tal prática gera críticas por parte do estudante, que não consegue visualizar aplicabilidade dos conceitos expostos em sala de aula.

Buscando aproximar os conhecimentos matemáticos e físicos com a realidade do discente, o presente trabalho apresenta a Modelagem Matemática (MM) como alternativa metodológica que contextualiza os assuntos teóricos com situações reais encontradas na vida do aluno, uma vez que se trata de uma metodologia que procura compreender e solucionar questões do cotidiano, através da problematização, investigação e obtenção de um modelo.

Para Barbosa (2001, p. 6), “Modelagem é um ambiente de aprendizagem no qual os alunos são convidados a indagar e/ou investigar, por meio da matemática, situações oriundas de outras áreas da realidade”. Além deste autor, outros pesquisadores defendem a possibilidade de utilizar a MM como alternativa em relação ao ensino tradicional, dentre eles pode-se destacar Biembengut (2014), a qual explica que

Modelagem é o processo envolvido na elaboração de modelo de qualquer área do conhecimento. Trata-se de um processo de pesquisa. A essência desse processo emerge na mente de uma pessoa quando alguma dúvida genuína e/ou circunstância instigam-na a encontrar melhor forma para alcançar uma solução, descobrir meio para compreender, solucionar, alterar, ou ainda, criar ou aprimorar algo. Nesses termos, o modelo é expresso por meio de desenho ou imagem, projeto, esquema, gráfico, lei matemática, dentre outras formas (Biembengut, 2014, p. 201).

Diante disto, é evidente que a MM busca trazer uma visualização para os conceitos, interligando teoria e prática. Tal correlação será exemplificada neste estudo por meio de um relato de experiência sobre a aplicação da modelagem no ensino da Física e da Matemática, através da abordagem de conceitos como o Princípio de Stevin, Atrito, Unidades de Medida, Geometria Plana e Espacial, entre outros, aplicados ao dimensionamento de reservatórios de água, que foi realizado pelos alunos do Segundo ano do Ensino Médio em uma escola estadual localizada no Município de Santarém, no Estado do Pará.

1.1 Problema de Pesquisa

A partir de leituras que relatam acerca das dificuldades encontradas, tanto por professores, em trabalhar com novas metodologias, quanto por alunos, que estão desmotivados em prestar atenção nas aulas, surgiu a inquietação em relação às seguintes reflexões: É possível utilizar a MM para estabelecer uma conexão entre os assuntos teóricos abstratos estudados em sala de aula com práticas encontradas no cotidiano? Ao realizar um trabalho envolvendo tal abordagem, como essa interação entre teoria e prática, por meio da MM, pode auxiliar no processo de ensino e aprendizagem de conteúdos como hidrostática e geometria?

1.2 Justificativa

Observando a realidade presente em algumas escolas santarenas, através, principalmente, do estágio supervisionado, deparamo-nos com alunos desmotivados em relação ao aprendizado. Em relação à Matemática e à Física, há bastante reclamação entre esses jovens de que esses componentes curriculares são difíceis e que não conseguem enxergar a aplicabilidade das disciplinas com a realidade presente em seu cotidiano.

Com base nisso, é de fundamental importância pesquisar metodologias diferenciadas que atraiam a atenção do estudante, buscando superar as adversidades encontradas em sala de aula, facilitando o processo de ensino e aprendizagem. Dentre as diferentes estratégias de ensino, destaca-se a MM, que aproxima a realidade do aluno com a teoria da sala de aula.

Segundo Barbosa (2001), o ambiente de aprendizagem de modelagem, baseado na indagação e investigação, diferencia-se da forma que o ensino tradicional trabalha, pois neste último se procura trazer situações idealizadas que podem ser diretamente abordadas por algoritmos sugeridos pela exposição anterior do professor, e, com base na explicação, os alunos já sabem como proceder na resolução de problemas.

Neste contexto, a realização desta pesquisa justifica-se na medida em que é relevante conhecer sobre a MM na concepção de diferentes pesquisadores, e verificar como ela pode ser aplicada nas aulas para contextualizar os assuntos com a realidade do estudante, podendo, assim, apresentar-se como alternativa ao ensino tradicional.

Para isso, o presente trabalho apresenta um relato de experiência da utilização da modelagem no ensino de conceitos físicos e matemáticos, por meio do dimensionamento de reservatórios de água em uma escola estadual, sendo desenvolvido por alunos do 2º ano do ensino médio.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

Apresentar, por meio de um relato de experiência, a aplicação da MM no ensino da Física e da Matemática para alunos do segundo ano do ensino médio, através do dimensionamento de reservatórios de água, em uma Escola Estadual no município de Santarém – PA.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Definir os conceitos de modelagem matemática.
- Recapitular conceitos físicos anteriormente estudados pelos alunos.
- Recapitular conceitos matemáticos anteriormente estudados pelos alunos.
- Trabalhar a interdisciplinaridade entre a Matemática e a Física.
- Aplicar a MM no ensino da hidrostática.
- Aplicar a MM no ensino da geometria.
- Auxiliar os alunos no dimensionamento de reservatórios de água.
- Apresentar os resultados alcançados com a pesquisa.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Ainda é comum nas escolas públicas brasileiras, a utilização de um sistema de ensino tradicional, que tem como característica a figura do professor como agente ativo e central no processo, responsável por transmitir o conhecimento por meio de aulas expositivas e aplicação de listas de exercícios repetitivas, limitando o desenvolvimento do pensamento crítico. Neste processo, o estudante, que desempenha um papel passivo, reproduz de forma muitas vezes mecânica o conteúdo apresentado.

Diversos fatores dificultam a implementação de aulas menos abstratas, como a falta de infraestrutura nas instituições, que limita a adoção de metodologias inovadoras; a formação de professores, muitas vezes pautada em um ensino tradicionalista, o que gera resistência a mudanças; e a necessidade de cumprir, em um curto espaço de tempo, um currículo extenso de conteúdo.

Além da crescente desmotivação por parte do aluno, tanto em prestar atenção nas aulas ministradas pelo professor quanto na realização das atividades propostas dentro do ensino tradicional, pode-se observar também uma grande resistência aos componentes de Matemática e Física, alegando que as disciplinas são de difícil compreensão e que não conseguem enxergar a sua aplicabilidade na vivência diária. Considerando tais questões, nas últimas décadas buscou-se discutir novas alternativas para contrapor a educação tradicional, aperfeiçoando as técnicas a serem aplicadas em sala de aula, tanto no cenário nacional quanto internacional, resultando em metodologias como a Modelagem Matemática, a ser apresentada a seguir.

2.1 Modelagem Matemática

Na busca de superar as resistências impostas por professores tradicionalistas em aderirem a novos processos de ensino e aprendizagem, que buscam melhorar a educação brasileira, a MM se apresenta como uma alternativa metodológica satisfatória a ser empregada em sala de aula, embasada em estudos realizados nacional e internacionalmente.

Segundo Biembengut (2009), o debate internacional a respeito da modelagem e aplicações na educação matemática ocorreu na década de 1960, com um movimento chamado “utilitarista”, definido como aplicação prática dos conhecimentos matemáticos para a ciência e a sociedade que impulsionou a formação de grupos de pesquisadores sobre o tema. De acordo tal autora,

A modelagem matemática na educação brasileira tem como referência singulares pessoas, fundamentais no impulso e na consolidação da modelagem na Educação Matemática, tais como: Aristides C. Barreto, Ubiratan D' Ambrosio, Rodney C. Bassanezi, João Frederico Mayer, Marineuza Gazzetta e Eduardo Sebastiani, que iniciaram um movimento pela modelagem no final dos anos 1970 e início dos anos 1980, conquistando adeptos por todo o Brasil. Graças a esses precursores, discussões desde como se faz um modelo matemático e como se ensina matemática ao mesmo tempo permitiram emergir a linha de pesquisa de modelagem matemática no ensino brasileiro (Biembengut, 2009, p. 8).

No entanto, apesar dos crescentes debates, observa-se que o ser humano, de uma forma geral, tem dificuldade com mudanças, e na prática docente não é diferente. Por mais que, ao longo dos anos, pesquisadores busquem novas metodologias para a melhoria do ensino e aprendizagem, o ambiente de sala de aula ainda ocorre da forma tradicional, sendo o professor o detentor do conhecimento e os alunos agentes passivos no processo, escutando e reproduzindo em uma prova as informações transmitidas.

Em seu trabalho, que expõe experiências vividas com a MM, Dionísio Burak (2005) apresentou algumas das dificuldades apresentadas por professores com o uso da metodologia, tais como a insegurança diante do novo, pois “A modelagem Matemática, ao eleger o interesse do aluno como princípio rompe com a forma usual de se deflagrar o processo de ensino na maioria das escolas” (Burak, 2005, p. 43).

Tendo como base tais informações, a citação abaixo contribui com a pesquisa por evidenciar a dificuldade de transição do ensino tradicional para a MM.

Existe uma relativa distância entre a maneira que o ensino tradicional enfoca problemas de outras áreas e a Modelagem. São atividades de natureza diferente, o que nos leva a pensar que a transição em relação à Modelagem não é algo tão simples. Envolve o abandono de posturas e conhecimentos oferecidos pela socialização docente e discente e a adoção de outros. Do ponto de vista curricular, não é de se esperar que esta mudança ocorra instantaneamente a partir da percepção da plausibilidade da Modelagem no ensino, sob pena de ser abortada no processo (Barbosa, 2001, p.8).

Com isso, observa-se que apesar da crescente discussão no debate nacional e internacional a respeito da busca por outras alternativas para contrapor o ensino tradicional, e da propagação em palestras, cursos e pesquisas referentes a MM, há um predomínio em sala de aula de práticas que não despertam o interesse do aluno,

fazendo com que não consigam compreender o motivo de ter que aprender determinado conteúdo e sua aplicabilidade em seu cotidiano atual ou futuramente, atuando no mercado de trabalho.

Buscando responder aos questionamentos dos alunos a respeito do “para que aprender matemática?” e objetivando conscientizar os professores da importância de se atualizar profissionalmente, por meio de cursos, palestras, aprimorando suas metodologias a serem aplicadas em sala de aula, as pesquisas no campo da MM prosseguiram.

É possível que a questão - para que aprender matemática - advinda de estudantes e a dificuldade de muitos professores em respondê-la a partir de aplicações nas diversas áreas do conhecimento tenham contribuído para Bassanezi defender a modelagem como estratégia de ensino de matemática. Sua proposta nos cursos que ministrou para professores era levar os estudantes a se inteirarem das atividades de uma região à qual pertenciam, e, a partir desse contato com as questões da realidade, levantar problemas de interesse para serem investigados. O conteúdo matemático era apresentado quando requerido pelos modelos que estavam sendo elaborados. Proposta que também conquistou muitos adeptos (Biembengut, 2009, p.12).

Nesse sentido, é de fundamental importância que o professor busque outras metodologias que despertem o interesse do aluno, facilitando assim o processo de ensino e aprendizagem.

Dentre as diferentes estratégias, destaca-se a MM, cujo processo de ensino e aprendizagem se caracteriza por apresentar conteúdos de forma contextualizada com o cotidiano do aluno, desenvolvendo seu raciocínio crítico. Nesta metodologia, o ponto de partida é um determinado problema encontrado na realidade do estudante, para a partir daí se desenvolver as formulações de modelos matemáticos.

O entendimento de Modelagem que estamos apresentando privilegia situações com circunstâncias que as sustentam. O crescimento de uma planta, o fluxo escolar na escola, a construção de uma quadra de esportes, o custo com propaganda de uma empresa, a criação comercial de perus, o sistema de distribuição de água num prédio etc. São alguns exemplos possíveis (Barbosa, 2001, p.7).

Dessa forma, a aplicabilidade da MM é possível para o dimensionamento de reservatórios de água na escola, trabalhando com conceitos Matemáticos (geometria

plana e espacial, unidade de medida), e Físicos (princípio de Stevin, atrito, gravidade, densidade).

Para Bassanezi (2002, p. 16), “A modelagem pressupõe multidisciplinariedade. E, nesse sentido, vai ao encontro das novas tendências que apontam para a remoção de fronteiras entre as diversas áreas de pesquisa”. Desta forma, observa-se que a MM trabalha com a interdisciplinaridade, instigando os alunos a estudarem os componentes e compreendê-los de forma integrada com as demais áreas do conhecimento. Além da Física e da Matemática, objetos desta pesquisa, pode-se destacar, no exemplo do reservatório de água, a biologia (área de Ciências da Natureza), abordando sobre como a qualidade da água afeta a saúde pública, e a Artes (área das Linguagens), por meio da construção de maquetes.

No ensino de matemática, por exemplo, defendem os estudiosos a proposição de questões ou de atividades a que a integrem a outras áreas do conhecimento, a fim de que os estudantes não a desvinculem da realidade deles e, ainda, lhes facilite a compreensão sobre um fato não conhecido, assimilando-o ou incorporando-o aos fatos já familiares. Em outros termos, que os estudantes não apenas tenham conhecimentos matemáticos, mas também desenvolvam habilidades para solucionar situações-problema das mais diversas áreas, ou mesmo, conheçam como determinadas culturas, grupos de pessoas fizeram ou fazem uso da matemática nos seus afazeres (Biembengut, 2014, p.198).

No entanto, Barbosa (2001) destaca também que devido à natureza “aberta” da modelagem, ela não poderá garantir a criação de um modelo matemático propriamente dito, pois isso dependerá da análise dos caminhos a serem seguidos para a resolução. Com isso, percebe-se que a modelagem é um processo de pesquisa que tem por objetivo a criação de um modelo, o qual pode ser tanto físico quanto abstrato.

Segundo Biembengut (2014), a modelagem pode ser classificada em duas categorias, a Matemática Física (desenho, representação gráfica ou algébrica) e a Matemática Simbólica (expressão abstrata, processo envolvido na compreensão e na análise de um conjunto de dados natureza ou do ambiente social).

No processo de aplicação da MM em sala de aula, é de fundamental importância se compreender a relação entre indagação e investigação, sendo que a segunda é o caminho percorrido pela primeira, por meio da busca, seleção, organização e manipulação das informações. Barbosa (2001, p.7) considera que

“Indagação e investigação são tidas como indissociáveis, pois uma só ocorre na mesma medida da outra. Se o aluno não avança no conhecimento das informações sobre a situação em estudo, não pode indagá-la; e vice-versa”.

A MM pode ser classificada de formas diferentes, levando-se em consideração os níveis de autonomia do aluno dependendo do caso a ser adotado. Com relação ao professor, nesta metodologia ele não tem mais a participação principal, atuando como mediador.

De acordo com Barbosa (2001), pode-se classificar os casos de Modelagem de três formas diferentes, conforme a Figura 1 a seguir:

Figura 1- O aluno e o professor nos casos de modelagem.

	<i>Caso 1</i>	<i>Caso 2</i>	<i>Caso 3</i>
<i>Elaboração da situação-problema</i>	professor	professor	professor/aluno
<i>Simplificação</i>	professor	professor/aluno	professor/aluno
<i>Dados qualitativos e quantitativos</i>	professor	professor/aluno	professor/aluno
<i>Resolução</i>	professor/aluno	professor/aluno	professor/aluno

Fonte: Barbosa, 2001.

É possível perceber que em todos os casos o professor é concebido como *co-participe* na investigação dos alunos, dialogando com eles acerca de seus processos. Porém, pode haver situações em que ele possui um papel mais presente na organização das atividades. No primeiro caso, por exemplo, a presença do professor, que fica responsável pela formulação da situação-problema, é mais forte que no terceiro, onde isso é compartilhado com os alunos.

Em relação ao processo de desenvolvimento da pesquisa com a MM, Biembengut (2014), baseando-se nas etapas a serem percorridas em qualquer pesquisa científica (delimitação do problema, referencial teórico, hipóteses, desenvolvimento da pesquisa, aplicação e interpretação da solução e avaliação dos resultados obtidos), agrupou-as em três fases, para assim aperfeiçoar o processo de modelar.

A primeira fase é a percepção e apreensão (percepção no reconhecimento da situação problema e apreensão na familiarização com o assunto a ser modelado); a segunda, é a compreensão e explicação (compreensão na formação do problema, explicação na formulação do modelo matemático e explicação na resolução do problema a partir do modelo); já a terceira, é a significação e expressão (significação da interpretação da solução, significação na validação do modelo e a expressão do processo e do resultado).

Partindo do pressuposto de que a MM se apresenta como uma abordagem que desperta o questionamento, “trata-se de uma oportunidade para os alunos indagarem situações por meio da matemática sem procedimentos fixados previamente e com possibilidades diversas de encaminhamento” (Barbosa, 2001, p. 05). Esta metodologia, portanto, desperta nos alunos a busca de soluções para as indagações anteriormente levantadas, sem ter um procedimento já fixado anteriormente pelo professor na forma encontrada no ensino tradicional. Sendo assim, nesta técnica o aluno passa a ter uma participação ativa, tornando-se protagonista do seu processo de ensino e aprendizagem, desenvolvendo habilidades como a criatividade para resolver problemas reais usando a Matemática e a Física, tornando o processo mais significativo para ele.

2.2 Conceitos de Física

A modelagem pode ser aplicada em sala de aula para abordar conceitos físicos previstos a serem estudados no ensino médio, como por exemplo, conteúdos relacionados à Mecânica dos Fluidos. Esta é uma área de conhecimento responsável por estudar o comportamento dos fluidos tanto no estado de repouso (Hidrostática) quanto em movimento (Hidrodinâmica).

De acordo com Young e Freedman (2016), na Hidrostática se estuda os fluidos em repouso, abordando conceitos básicos de densidade, pressão e empuxo. Por estar em equilíbrio, de forma análoga a outras situações da Física, ela se pautará na primeira e terceira lei de Newton. Já a Hidrodinâmica é responsável por analisar os fluidos em movimento, sendo um dos ramos mais complexos da mecânica.

Os fluidos são substâncias encontradas nos estados líquido e gasoso, que diferentemente do sólido, pode-se moldar de acordo com o formato do recipiente em que ele é depositado.

Usamos o termo “fluido” para gases e líquidos. A principal diferença entre eles é que um líquido tem coesão e um gás, não. As moléculas de um líquido estão próximas umas das outras, de modo que podem exercer forças de atração umas sobre as outras e, assim, tendem a permanecer juntas (ou seja, coesas). É por isso que uma quantidade de líquido mantém o mesmo volume enquanto flui: se derramar 500 ml de água em uma tigela, a água ainda ocupará um volume de 500 ml. As moléculas de gás, ao contrário, são separadas na média por distâncias muito maiores que o tamanho de uma molécula. Logo, as forças entre as moléculas são fracas, há pouca ou nenhuma coesão, e um gás pode facilmente mudar de volume. Se você abrir a válvula em um tanque de oxigênio comprimido que possui um volume de 500 ml, o oxigênio se expandirá para um volume muito maior (Young; Freedman, 2016, p. 81-82).

Ao se estudar os fluidos, observa-se que um líquido ou gás exerce força sobre as paredes do recipiente em que ele foi armazenado. A esta relação entre a força e a área superficial da borda do reservatório se dá o nome de pressão.

Microscopicamente, a pressão exercida por um fluido sobre uma superfície em contato com ele é causada pela colisão de suas moléculas com a superfície. Como resultado da colisão, a componente da quantidade de movimento da molécula perpendicular à superfície é invertida. A superfície deve exercer uma força impulsiva sobre a molécula, e pela terceira lei de Newton, as moléculas exercem uma força idêntica perpendicular a superfície. A força reativa resultante exercida por muitas moléculas sobre a superfície fornece um aumento da pressão sobre a superfície (Resnick; Halliday; Krane, 2003, p. 37).

Pode-se observar, por meio de um pequeno experimento no cotidiano, que ao se mergulhar na água, quanto maior a profundidade atingida ao nadar, se sentirá um aumento de pressão detectado nos tímpanos dos ouvidos. Com isso, nota-se que a pressão é diretamente proporcional à altura, conforme apresentado no Teorema de Stevin, cuja fórmula será mostrada na eq. (1) a seguir:

$$P = P_0 + \rho gh \quad (1)$$

Onde:

- P = Pressão Absoluta
- P_0 = Pressão Atmosférica
- ρ = Massa específica
- g = Aceleração da gravidade
- h = Altura

Segundo Resnick, Halliday e Krane (2003, p.40) “Esta equação mostra claramente que a pressão em um líquido incompressível homogêneo aumenta com a profundidade, porém possui o mesmo valor em todos os pontos a um mesmo nível”. Com base nisso, pode-se perceber que a altura em que a caixa d’água estará posicionada em relação aos pontos de consumo afetará diretamente a pressão neles. Quanto maior a diferença de nível entre o reservatório e os pontos de utilização, maior será a pressão.

Outro fator que afeta diretamente a pressão da água que chegará a esses pontos é a perda de carga, que pode ser distribuída (ao longo das tubulações) ou localizada (nas conexões). Isto se deve ao atrito que o fluido vai sofrer ao entrar em contato com a superfície do cano ao ser transportado aos pontos de consumo.

Dois fatores são determinantes para que ocorra uma maior ou menor perda de carga: a viscosidade e a turbulência. Portanto, maior comprimento de tubo, maior número de conexões, tubos mais rugosos e menores diâmetros geram maiores atritos e choques e, conseqüentemente, maiores perdas de carga e menor pressão nas peças de utilização (Carvalho Júnior, 2013, p.82).

Portanto, quanto mais distante for o percurso que o material deverá percorrer, maior será o tamanho das canalizações e número de conexões, aumentando conseqüentemente a perda de carga.

Segundo Hewitt (2015), o princípio de Bernoulli afirma que onde a rapidez do fluido cresce, a pressão interna dele decresce, e vice-versa. No entanto, isso só irá ser aplicado a situações em que o atrito, turbulência e variação de altura não afetam a pressão. O princípio vale quando o fluxo é suave e se dá ao longo de linhas de corrente.

2.3 Conceitos de Matemática

Para aplicação da modelagem no ensino de Matemática, foi necessário rever e aprofundar conceitos relacionados à geometria, tanto plana quanto espacial, além de se estudar a respeito da conversão das unidades de medidas, para o cálculo de área e volume de reservatórios.

A geometria é um campo da Matemática responsável por estudar o formato, tamanho, áreas e volumes de objetos que possuem duas ou três dimensões. Pode ser subdividida em três áreas, que são a analítica, plana e espacial.

Conforme Bosquilha (2010), Geometria significa medida da Terra. Foi no período entre 500 e 300 a.C. que ela se firmou como um sistema organizado e em grande parte isso se deve a Euclides, mestre na escola de Alexandria (Egito), que em 325 a.C. publicou o livro *Os elementos*, uma obra com treze volumes, que propunha um sistema para o estudo da Geometria.

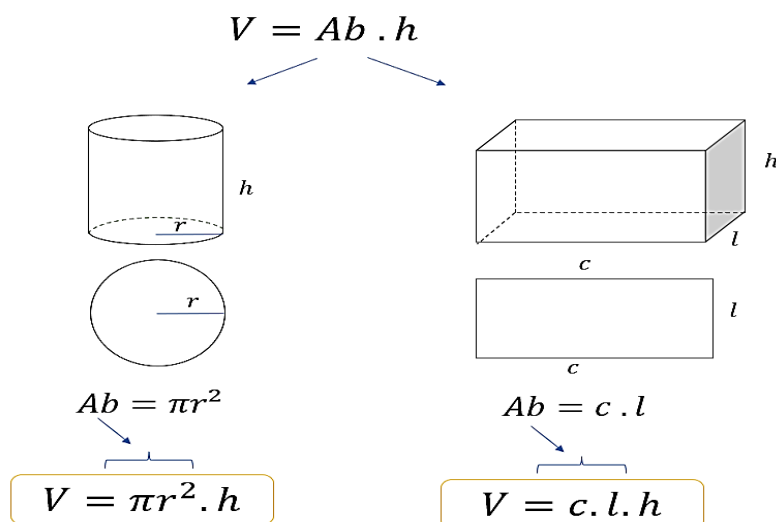
A Geometria espacial é o ramo da Matemática responsável por estudar objetos que possuem três dimensões (comprimento, largura e altura), utilizando suas medidas para calcular o volume da peça analisada. Segundo Viveiro (1999, p. 352) “A Geometria espacial métrica trata de questões relacionadas com áreas e volumes dos sólidos geométricos, tais como: prismas, pirâmides, cilindros, cones e esferas”.

A geometria plana é a área responsável por estudar figuras que possuem apenas duas dimensões (largura e altura), excluindo assim a profundidade. A partir de uma imagem em um plano analisada, pode-se determinar a área e o perímetro dela. Dessa forma, revisar conceitos básicos é fundamental, por desenvolver o raciocínio lógico e a visão espacial do estudante, sendo importante para que o aluno compreenda e utilize estes conhecimentos na sua vida dentro e fora do ambiente escolar.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) ressalta que “A geometria envolve o estudo de um amplo conjunto de conceitos e procedimentos necessários para resolver problemas do mundo físico e de diferentes áreas do conhecimento” (Brasil, 2018, p. 271). Ou seja, retomar e enfatizar essa temática é necessário para obtenção do entendimento das formas e relações entre os elementos de figuras planas e espaciais e o desenvolvimento do pensamento geométrico, haja vista que “esse pensamento é necessário para investigar propriedades, fazer conjecturas e produzir argumentos geométricos convincentes” (BNCC, 2018, p.271).

Tendo em vista que os reservatórios de água são, na maior parte das vezes, construídos nos formatos cilíndrico e paralelepípedo retangular, e que o volume desses objetos é obtido a partir da multiplicação da área da base pela altura, conforme mostrado na Figura 2, será obtida as eq. (2) e (3) apresentadas a seguir:

Figura 2- Área da base e volume do cilindro e paralelepípedo



$$V = \pi \cdot r^2 \cdot h \quad (2)$$

Onde:

- $V =$ Volume cilindro
- $\pi \approx 3,14$
- $r =$ medida do raio
- $h =$ medida da altura

$$V = c \cdot l \cdot h \quad (3)$$

Onde:

- $V =$ Volume paralelepípedo retângulo
- $c =$ medida do comprimento
- $l =$ medida da largura
- $h =$ medida da altura

Foi necessário também, revisar conceitos de conversão de unidades de medida, tendo em vista que as dimensões de um reservatório de água estão em metros, e o volume a ser obtido deve ficar em litros, adotando-se $1 \text{ l} = 1 \text{ dm}^3$ ou $1000 \text{ l} = 1 \text{ m}^3$.

3 METODOLOGIA

Nesta seção serão apresentados o ambiente escolar que se tornou objeto de estudo deste trabalho, o tipo de abordagem escolhida para o desenvolvimento da pesquisa e os procedimentos metodológicos aplicados, organizando assim cada etapa executada dentro e fora da instituição de ensino.

3.1 Caracterização da Área de Estudo

A pesquisa foi realizada em uma escola estadual localizada na área urbana da cidade de Santarém. De acordo com o Projeto Político Pedagógico (PPP), A escola possui 78 funcionários, sendo 48 docentes, atendendo 1187 alunos, durante os turnos matutino e vespertino, oriundos de famílias de classe média baixa e baixa, compreendidos na faixa etária de 10 a 20 anos, provenientes de diversos bairros das proximidades da escola, como Diamantino, São José Operário, Livramento, Urumari, Jaderlândia, Jutaí, Mararu, Interventoria, Urumanduba, Santana, Santo André, Prainha, Uruará, Maicá I e II, além das comunidades do planalto santareno.

3.2 Caracterização da Pesquisa

Realizar uma pesquisa na área de educação é primordial para evolução das metodologias a serem aplicadas em sala de aula, que facilitem o processo de ensino e aprendizagem. Para um estudo ser iniciado, é necessário que um questionamento seja levantado, para assim ser investigado suas possíveis soluções.

Pesquisar configura-se como buscar compreensões e interpretações significativas do ponto de vista da interrogação formulada. Configura-se, também, como buscar explicações cada vez mais convincentes e claras sobre a pergunta feita (Bicudo, 1993, p.18).

Partindo desse pressuposto, pesquisar é o ato de investigar determinado assunto, buscando aprofundar os conhecimentos e encontrar soluções de um problema anteriormente levantado. Para ser efetuado, é necessário passar por várias etapas, como observação, coleta, análise e interpretação dos dados obtidos, passando a ter subsídios suficientes para uma posterior elaboração de respostas. De acordo com Marques (2006, p. 94), “Ir-se à procura de algo diferente, guiado pelo desejo de encontrar o novo, o inusitado, o sequer por nós suspeitado, o original porque descoberta nossa, isso é pesquisar”.

Sendo assim, para que uma pesquisa seja realizada de forma adequada, é de suma importância refletir na metodologia a ser escolhida para aplicar no estudo, pois ela que norteará as técnicas utilizadas e etapas a serem percorridas na coleta, análise e interpretação de resultados, uma vez que “o método indica regras, propõe um procedimento que orienta a pesquisa e auxilia a realizá-la com eficácia” (Laville; Dionne, 1999, p. 11). A partir de tais definições, o trabalho será classificado de acordo com as características metodológicas que melhor se adequam aos objetivos anteriormente determinados.

Segundo Lakatos e Marconi (2007), além dos tradicionais métodos específicos das ciências sociais, como o de Abordagem e o de Procedimento, outros dois são também muito importantes nas investigações científicas, que são o Quantitativo e o Qualitativo. O primeiro, refere-se às amplas informações numéricas, trabalhando com a quantificação, tanto na coleta quanto no tratamento de dados, por meio de instrumentos estatísticos. Já o segundo, irá se preocupar em analisar e interpretar aspectos mais profundos, descrevendo a complexidade do comportamento humano, fornecendo análises mais detalhadas sobre as investigações, hábitos, atitudes, tendências de comportamentos etc.

Assim, com relação à abordagem, este trabalho se trata de uma pesquisa Qualitativa, pois, “é o que se desenvolve numa situação natural, é rico em dados descritivos, tem um plano aberto e flexível e focaliza a realidade de forma complexa e contextualizada” (Lüdke; André, 2017, p. 18). É importante salientar, também, que “entre as várias formas que pode assumir uma pesquisa qualitativa, destaca-se a pesquisa do tipo etnográfico e o estudo de caso [...], devido principalmente ao seu potencial para estudar as questões relacionadas à escola” (Lüdke; André, 2017, p. 13).

Sobre o tipo estudo de caso, Lakatos e Marconi (2007, p. 274) esclarecem que “se refere ao levantamento com mais profundidade de determinado caso ou grupo humano sob todos os seus aspectos. Entretanto, é limitado, pois se restringe ao caso que estuda, ou seja, um único caso, não podendo ser generalizado”. Nesse sentido, o presente trabalho se configura como uma pesquisa qualitativa de natureza estudo de caso, aplicado em um grupo de alunos do 2º ano do ensino médio de uma escola estadual.

3.3 Procedimentos Metodológicos

Para o desenvolvimento deste trabalho, foi necessário realizar um amplo estudo em torno do tema abordado, buscando subsídios teóricos a partir de leitura minuciosa de livros, artigos e dissertações. Percebeu-se a amplitude que o assunto possui, devido a variedades de pesquisas existentes sobre MM na concepção de diferentes autores, obtendo assim, embasamento teórico para posterior aplicação desta metodologia de ensino e aprendizagem em sala de aula, apresentando-a como alternativa ao ensino tradicional. Após a revisão teórica, foi feita a escolha do local onde a pesquisa foi executada.

Devido ao estágio obrigatório, realizado a partir do sétimo semestre, houve um contato maior com a escola, cuja carência de água chamou atenção. Foi informado que o reservatório da instituição não é capaz de armazenar o suficiente para o uso diário, o que, somado à constante irregularidade no abastecimento da concessionária nos bairros periféricos da cidade, torna-se um problema recorrente. Diante dessa situação, percebeu-se uma oportunidade de aplicar em tal realidade a MM como uma metodologia em que os alunos pudessem estudar conceitos de Matemática e Física dentro de um contexto real. Assim, a escola que foi feito o estágio obrigatório tornou-se, então, o *lócus* desta pesquisa.

Após a confirmação da escola, foi preciso delimitar a classe que seria o público-alvo desta atividade. Como a pesquisa envolve dimensionar um reservatório de água e tendo como base os componentes curriculares que precisam abordar conceitos de cálculos de áreas e volumes da geometria, revisando de forma direta e indireta assuntos anteriormente estudados, como sistema métrico, potenciação, operações com números racionais, nas formas decimais e fracionária, além da oportunidade de favorecer a interdisciplinaridade com a Física, por meio do princípio de Stevin aprendido na hidrostática, foi escolhida uma turma do segundo ano do ensino médio.

Antes de iniciar as atividades em sala de aula, no dia 09 de agosto de 2024, realizou-se uma reunião com a professora, que ministra tanto a disciplina de Matemática quanto a de Física para as turmas de 2º ano. Neste momento, foi apresentado o cronograma de atividades, com os conteúdos a serem abordados e materiais necessários para a realização da pesquisa.

As atividades foram desenvolvidas em 5 encontros, durante o terceiro e quarto tempo do 2º ano E, às quartas feiras, horário vespertino, nos meses de agosto (28),

setembro (04 e 25) e outubro (23 e 30), do ano de 2024. Na execução de cada atividade, foram feitos registros fotográficos, anotações em diário de bordo do que foi discutido em sala, e coleta dos trabalhos produzidos pelos alunos, organizando o que foi atingido de resultado, para posteriormente ser apresentado nesta pesquisa.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Nesta seção, serão apresentados e discutidos os resultados obtidos após a aplicação da MM no dimensionamento de caixa d'água feita pelos alunos do 2° ano E da escola, e a devolutiva dos estudantes, por meio de um questionário respondido, em que eles avaliaram a metodologia desenvolvida em sala de aula.

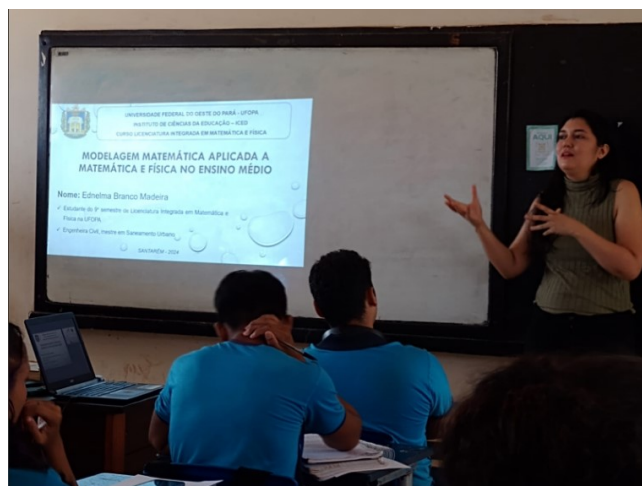
4.1 Aplicação da atividade em sala de aula

A seguir será detalhado quais as atividades desenvolvidas em cada encontro.

4.1.1 Primeiro Encontro

Neste dia, houve o primeiro encontro com a turma do 2° ano E, onde estava previsto serem desenvolvidas as atividades de TCC, com a supervisão da professora, conforme a Figura 3 a seguir.

Figura 3- Primeiro momento com a turma



Fonte: Autora, 2025.

Sendo o primeiro contato com a turma, foi necessário explicar o objetivo e a justificativa da realização do trabalho (Figura 4), além de conversar com os estudantes informalmente a respeito de suas concepções do que seria um projeto de uma casa e uma planta baixa.

Figura 4- Apresentação de objetivos e justificativa



Fonte: Autora, 2025.


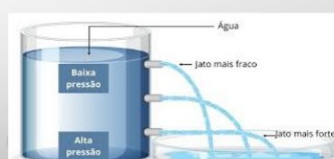
Neste mesmo dia, os alunos foram estimulados a refletirem desde perguntas mais simples como “para que serve uma caixa d’água?” até questionamentos mais elaborados, levando-os a buscar explicações como, “porquê de o reservatório ficar na maioria das vezes situado na parte superior da edificação?”.

A partir desse último questionamento apresentado, os alunos foram levantando hipóteses, dentre elas foi sugerido de que esta situação poderia ter relação com o aumento de pressão da água. Após essa solução apresentada por um estudante, aproveitou-se para abordar conceitos a respeito do princípio de Stevin, estudado na hidrostática, explicando que a pressão não depende do formato ou volume do recipiente, mas sim da altura, pois a profundidade e pressão são diretamente proporcionais, conforme a Figura 5 apresentada a seguir.

Figura 5- Slide de discussão da relação de pressão com altura

• PORQUE A CAIXA D'ÁGUA DEVE FICAR EM CIMA? •

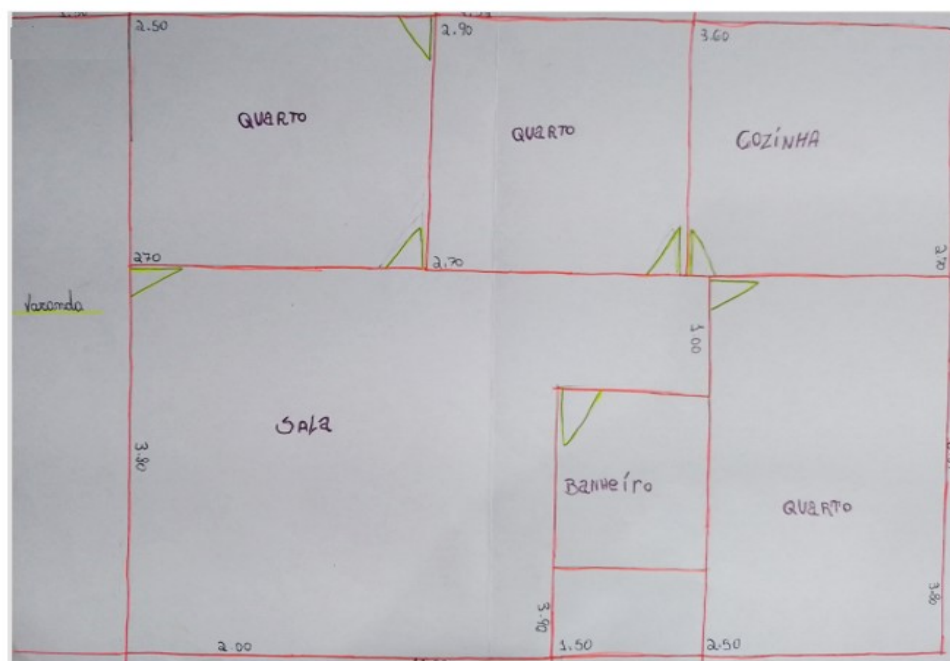
- ✓ A pressão não depende do formato, ou volume do recipiente, e sim da altura.
- ✓ Dois pontos que estão a uma mesma altura possuem mesma pressão.
- ✓ Quanto maior a profundidade, maior a pressão.

Fonte: Autora, 2025.

Após tais discussões, foi solicitado aos estudantes que elaborassem para entregar na próxima aula a planta baixa de suas casas (Figura 6), para posterior dimensionamento das caixas d'água e, assim, prepará-los para quando fôssemos trabalhar com o reservatório da escola.

Figura 6- Planta baixa apresentada por uma aluna



Fonte: Autora, 2025.

Esta conversa informal e a atividade proposta foi de fundamental importância para animar os alunos com relação ao trabalho a ser desenvolvido, mostrando a eles de que é sim possível estudar os conteúdos de forma contextualizada com elementos presentes no cotidiano deles.

4.1.2 Segundo Encontro

No segundo encontro com a turma, revisamos e finalizamos a discussão a respeito do princípio de Stevin, que mostrava a influência da altura na pressão de uma caixa d'água. Passei aos alunos dois exercícios de múltipla escolha apresentados no data-show para ser respondido de forma oral em sala de aula (Apêndice 1), com questões retiradas de sites da internet e de provas passadas do Enem.

Estimulei também os estudantes a refletirem a respeito de “por que a caixa d'água deve ficar o mais próximo possível da residência?”, levando-os a relacionarem

o atrito gerado pela água ao ter contato com as tubulações, com a perda de carga, e mostrar como isso afetará diretamente a pressão que chegará na torneira, conforme a Figura 7 apresentada a seguir.

Figura 7- Slide de discussão da relação de pressão com atrito da água nas tubulações



Fonte: Autora, 2025.

Após isso, discutimos a respeito de como se iniciar o dimensionamento de uma caixa d'água de uma residência, fazendo-os chegar nas fórmulas do consumo diário, na eq. (4), e volume em litros com uma reserva para dois dias, na eq. (5), através de raciocínio lógico, primeiramente utilizando exemplos aleatórios, como por exemplo “Se cada criança ganhar 2 pedaços de bolo em uma festa de aniversário, quantos pedaços de bolo 10 crianças ganharão?” e por meio disso mostrar que a mesma ideia seria aplicada para o cálculo de reservatório de água, que era o objetivo final, conforme a Figura 8 apresentada a seguir.

$$Cd = N . C \quad (4)$$

Onde:

- $Cd = \text{Consumo Diário}$
- $N = \text{Número de pessoas}$
- $C = \text{Consumo por pessoa}$

$$V = 2 . Cd \quad (5)$$

Onde:

- V = Volume do reservatório
- 2 = Quantidade de dias que pretende gerar uma reserva
- Cd = Consumo diário

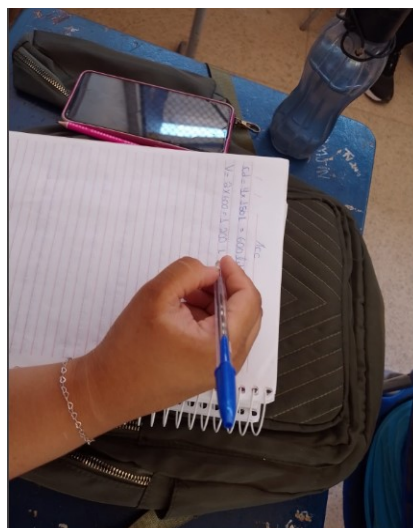
Figura 8- Reflexão do cálculo de volume de caixa d'água



Fonte: Autora, 2025.

A partir do momento que os alunos chegaram nas fórmulas, foi solicitado a eles que calculassem o volume da caixa d'água das suas residências (Figura 9), tendo em mente que eles sabem o número de pessoas que lá moram, fornecendo-os a informação do valor usado para o consumo *per capita* em apartamento e casas (Quadro 1) para consolidação do conhecimento abordado em sala de aula.

Figura 9- Estudante dimensionando o reservatório de sua casa



Fonte: Autora, 2025.

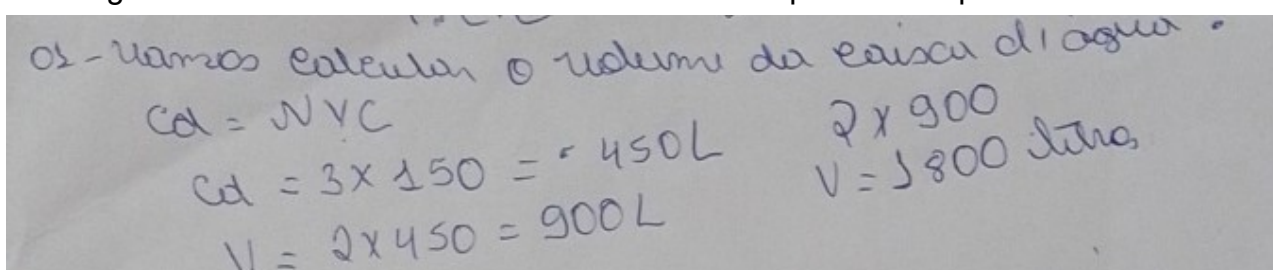
Quadro 1: Consumo predial diário para residências (valores indicativos).

Prédio	Consumo (litros/dia)
Apartamentos	200 per capta
Casas populares ou rurais	150 per capta

Fonte: Carvalho Júnior, 2013.

A Figura 10 a seguir apresenta o resultado do trabalho de um aluno, a respeito do cálculo do volume da caixa d'água da casa dele. Ele levou em consideração que em sua residência moram apenas 3 pessoas.

Figura 10- Cálculo do reservatório de residência apresentado por um estudante



Fonte: Autora, 2025.

4.1.3 Terceiro Encontro

Durante o terceiro encontro com a turma, tivemos que, primeiramente, fazer uma breve revisão do que havia sido abordado nas aulas anteriores. Houve essa necessidade por conta de não termos nos reunido nas duas semanas anteriores, nos dias 11 e 18 de setembro, em virtude das semanas de revisão e realização de provas na escola.

Com a conclusão dessa recapitulação, estimei os alunos a refletirem “como se faz para encontrar as dimensões de um determinado objeto?” Onde eles propuseram usar régua ou trena, e em cima desta informação, perguntei “qual a unidade de medida da distância?”, após suas respostas, usando o comprimento, largura e altura da sala de aula para exemplificar, estimei eles a pensarem nela como uma grande caixa, questionando-os de que maneira pode-se efetuar o cálculo da sua área e volume (Figura 11), reforçando que a mesma ideia pode ser aplicada em qualquer situação, como por exemplo para encontrar o tamanho da caixa d'água da casa por eles dimensionada anteriormente.

Figura 11- Discussão de como medir um objeto e sua unidade de medida




Fonte: Autora, 2025.


Os estudantes perceberam que em virtude de a dimensão de um objeto normalmente estar em metros, poderia ser obtido, como resposta para cálculo de área e volume, um resultado cuja unidade de medida ficasse em metros quadrados (m^2) e cúbicos (m^3) respectivamente, (Figura 12). Com base nisso, instiguei eles a raciocinarem de que forma poderia ser convertida a solução da caixa d'água dimensionada na aula anterior, que está em litros, para m^3 .

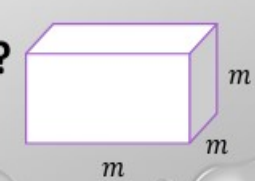
Figura 12- Reflexão sobre as unidades de medida de distância, área e volume


Vamos refletir

- ✓ **Qual unidade de medida usada para distância?**
Metros (m)
- ✓ **Qual unidade de medida usada para área?**
Metros quadrados (m^2)
- ✓ **Qual unidade de medida usada para volume?**
Metros cúbicos (m^3)





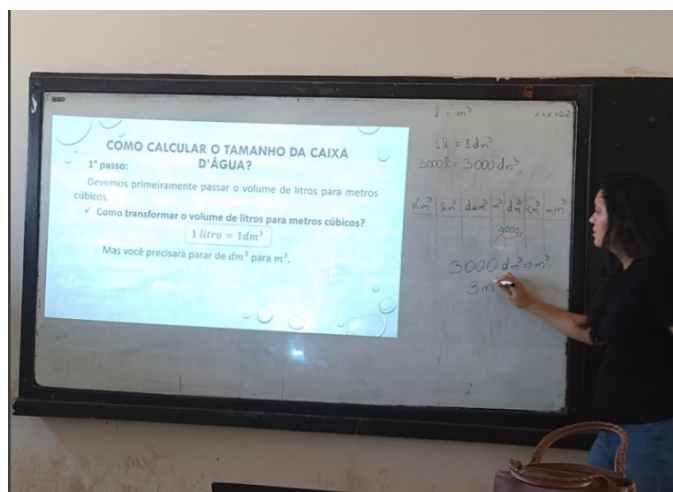




Fonte: Autora, 2025.

A partir dessas reflexões, abordei com os alunos o assunto de unidade de medida e conversão de unidades, debatendo como converter o volume de uma caixa d'água de litros para m^3 , conforme a Figura 13 apresentada a seguir.

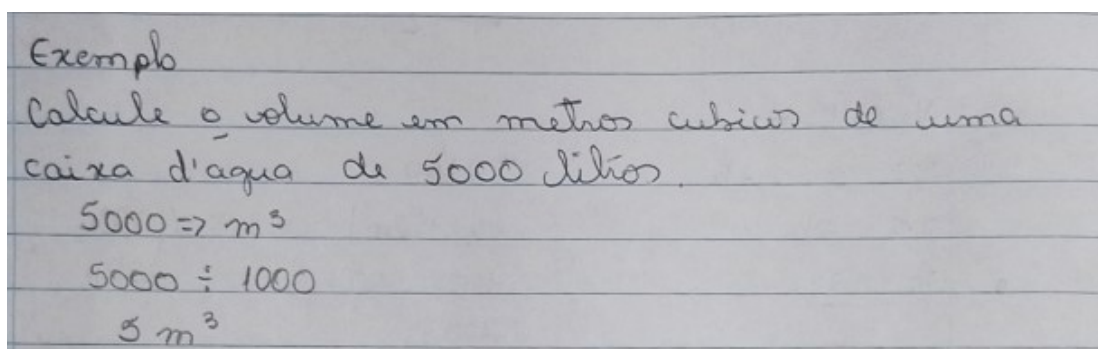
Figura 13- Reflexões sobre conversão de unidades



Fonte: Autora, 2025.

Passei, em sala de aula, um exercício a ser resolvido a respeito de conversão de unidades, onde solicitei que eles calculassem o volume em metros cúbicos de uma caixa d'água de 5000 litros. A Figura 14 apresenta o resultado do trabalho de um aluno, relacionado a essa atividade.

Figura 14- Exercício sobre conversão de unidades apresentado por um



Fonte: Autora, 2025.

Após isso, solicitei que os alunos transformassem para m^3 o volume do reservatório da água da casa deles, que havia sido calculado na aula anterior, tendo em vista que a resposta estava em litros. Na Figura 15 é apresentado o resultado dessa atividade entregue por um estudante.

Figura 15- Conversão de unidade de reservatório da casa apresentada por um estudante

$$\begin{array}{l}
 cd = N \times c \\
 cd = 4 \times 150 \\
 cd = 600 \text{ L} \\
 \\
 V = 2 \times cd \\
 V = 2 \times 600 \\
 V = 1.200 \text{ L} \\
 V = 1,2 \text{ m}^3
 \end{array}$$

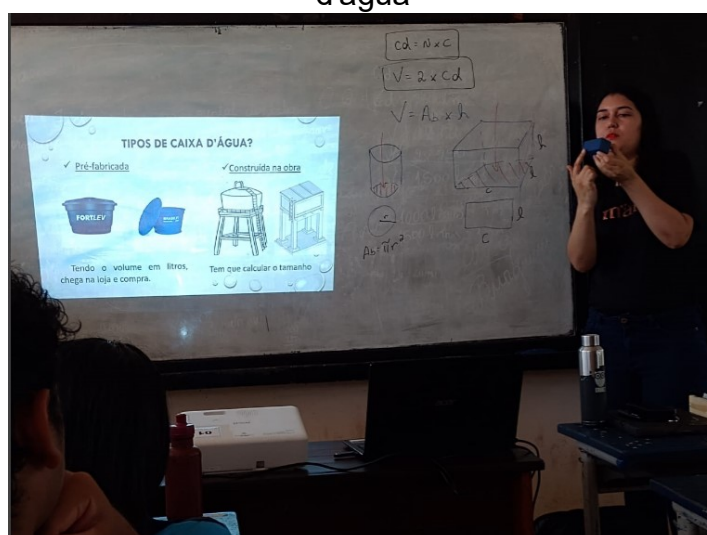
Fonte: Autora, 2025.

4.1.4 Quarto Encontro

Só foi possível acontecer o quarto encontro após 3 semanas, devido à vários fatores, dentre eles, podem-se destacar a entrega das notas das provas e jogos estudantis da escola. Em virtude disso, no primeiro momento, foi necessário revisar as principais informações estudadas nas aulas anteriores sobre o dimensionamento de um reservatório de água.

Após relembrarmos o cálculo do volume e transformação de unidades de litros para m^3 , pudemos refletir e aprofundar o conhecimento a respeito de como a geometria plana e espacial são usadas para encontrar as dimensões de uma caixa d'água tanto cilíndrica quanto prismática de base retangular, conforme apresentado na figura 16 a seguir.

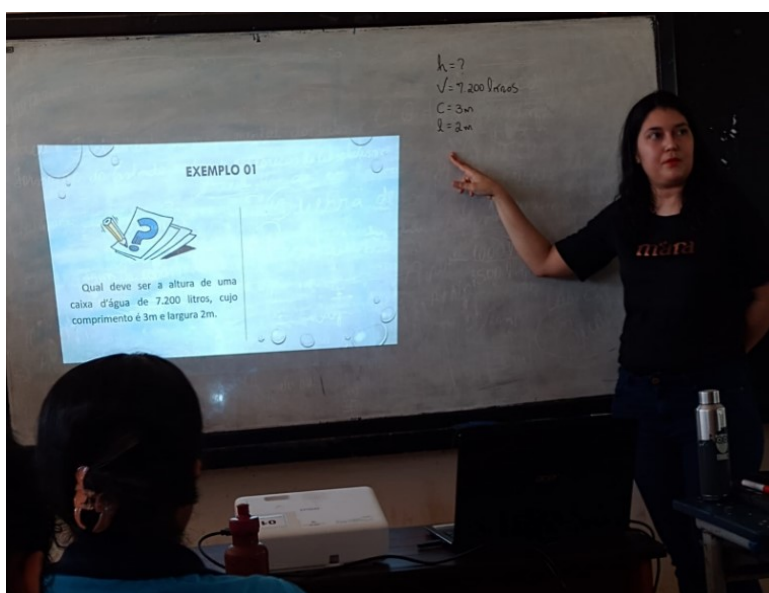
Figura 16- Reflexões sobre geometria plana e espacial para cálculo de caixa d'água



Fonte: Autora, 2025.

No final desta discussão, passei aos alunos dois exercícios a serem resolvidos em sala de aula a respeito do cálculo das dimensões de caixa d'água (Apêndice 2), o primeiro exemplo trabalhava com reservatório prismático, já o segundo era cilíndrico, para assim aplicarmos o conhecimento de geometria plana e espacial estudados anteriormente (Figura 17). As questões foram adaptadas, sendo retiradas originalmente do livro "Instalações hidráulicas e o Projeto de Arquitetura", de Carvalho Júnior (2013).

Figura 17- Aplicação de exercício a ser respondido em sala de aula

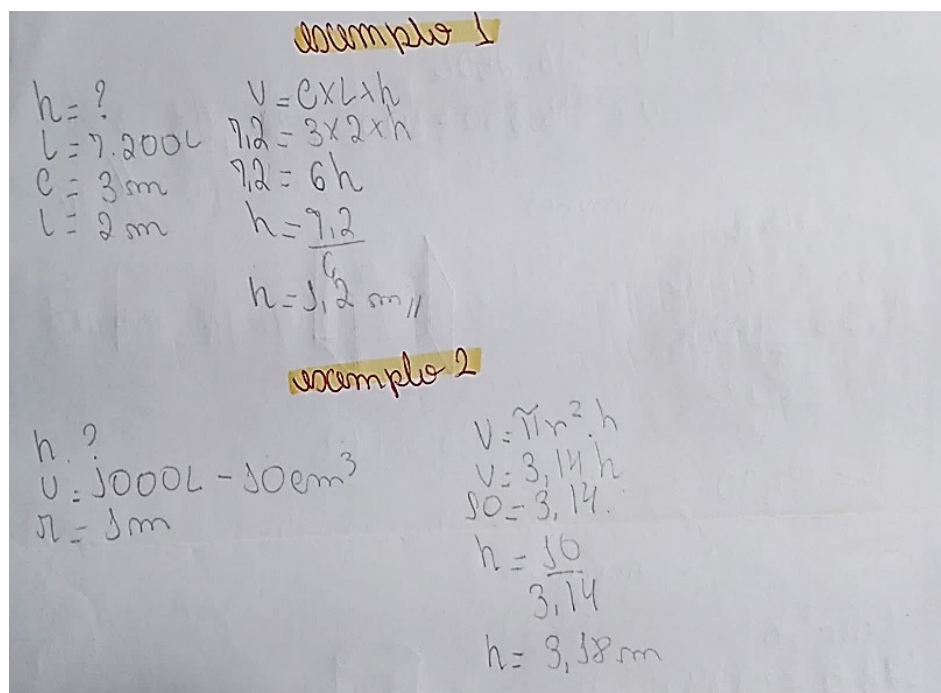


Fonte: Autora, 2025.

O principal objetivo das questões era levantar as dúvidas dos alunos, e verificar o grau da compreensão da turma a respeito das atividades desenvolvidas, tendo em vista que não tivemos encontro regular em todas as semanas.

Na figura 18 a seguir, será apresentado o resultado do trabalho de um aluno, a respeito da solução dessas duas questões passadas para eles resolverem em sala de aula.

Figura 18- Resolução dos exercícios apresentados por um estudante



exemplo 1

$$h = ?$$

$$V = C \times L \times h$$

$$12 = 3 \times 2 \times h$$

$$12 = 6h$$

$$h = \frac{12}{6}$$

$$h = 2 \text{ m}$$

exemplo 2

$$h = ?$$

$$V = \pi r^2 h$$

$$30 = 3,14 h$$

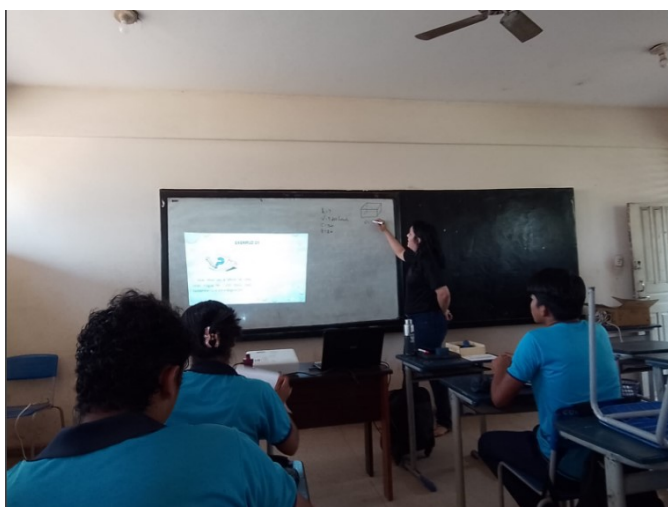
$$h = \frac{30}{3,14}$$

$$h = 9,58 \text{ m}$$

Fonte: Autora, 2025.

Após a resolução dos alunos, corriji a atividade no quadro, para eles conferirem se haviam feito corretamente os dois exercícios, conforme a Figura 19 apresentada a seguir.

Figura 19- Correção dos exercícios no quadro

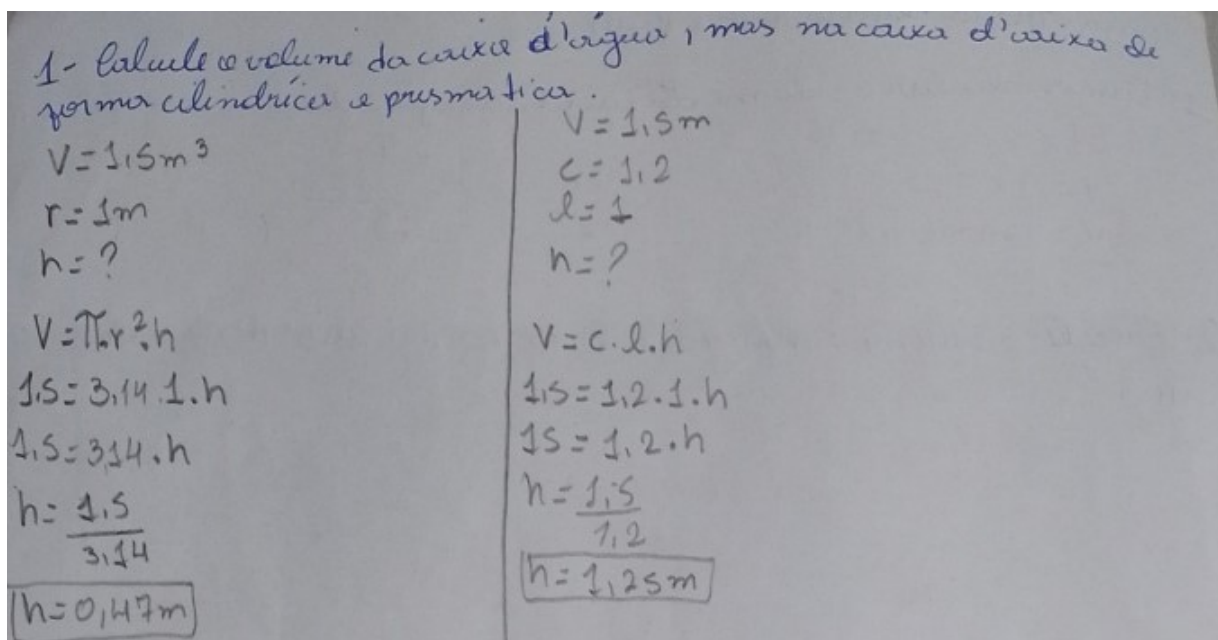


Fonte: Autora, 2025.

Com a conclusão destes dois exercícios, solicitei aos alunos que também calculassem as dimensões da caixa d'água da casa deles, tanto para um reservatório

cilíndrico quanto prismático. Na figura 20 a seguir, tem a resolução desta atividade, feita por um estudante.

Figura 20- Dimensionamento da caixa d'água da casa feita por um aluno



Fonte: Autora, 2025.

4.1.5 Quinto Encontro

Neste dia foi realizado nosso quinto e último encontro. Como tive acesso ao PPP da instituição, soube que ela atende uma média de 1265 pessoas, e tendo o consumo per capita usado para escolas (Quadro 2), forneci estas informações aos estudantes e solicitei que eles dimensionassem o reservatório de água dela.

Quadro 2: Consumo predial diário para escolas (valores indicativos).

Prédio	Consumo (litros/dia)
Escolas (Externatos)	50 per capta
Escolas (Internatos)	150 per capta
Escolas (Semi -internatos)	100 per capta

Fonte: Carvalho Júnior, 2013.

Uma aluna me perguntou se teria problema se ela calculasse a caixa d'água da escola com uma reserva para 5 dias. Respondi que isso poderia ser feito sim, e lancei a proposta aos estudantes de o grupo dos rapazes dimensionarem com 2 dias e as moças com 5 dias, para analisarmos as diferenças de resultado, e mostrar

posteriormente a eles que isso afetaria no tamanho e conseqüentemente gastos com materiais na hora de construí-la.

Nas Figuras 21 e 22 a seguir serão apresentados os trabalhos feitos por um aluno e uma aluna, tendo a reserva da caixa d'água da escola sendo dimensionada para 2 e 5 dias, respectivamente.

Figura 21- Dimensionamento do reservatório de água da escola feito por um aluno

3. Questão: consumo na escola Rio Tapajós: (h = 1m)

$$cd = N \times C$$

$$cd = 1265 \times 50$$

$$cd = 63.250$$

$$V = 2 \times cd$$

$$V = 2 \times 63.250$$

$$V = 126.500$$

$$V = 126,5$$

4. Calcule as dimensões da caixa d'água da escola:

$$V = 126,5$$

$$V = \pi r^2 \cdot h$$

$$126,5 = 3,14 \cdot 5^2 \cdot h$$

$$h = 1,61$$

$$V = c \cdot l \cdot h$$

$$126,5 = 6 \cdot 3 \cdot h$$

$$126,5 = 18h$$

Fonte: Autora, 2025.

Figura 22- Dimensionamento do reservatório de água da escola feito por uma aluna

Consumo da escola Rio Tapajós

$$Cd = N \times C$$

$$Cd = 1265 \times 50$$

$$Cd = 62500$$

$$V = 5 \times Cd$$

$$V = 5 \times 62500$$

$$V = 316.250 \text{ litros}$$

$$V = 316,25 \text{ m}^3$$

$$V = \pi r^2 \cdot h$$

$$316,25 = 3,14 \cdot 4^2 \cdot h$$

$$316,25 = 3,14 \cdot 8 \cdot h$$

$$316,25 = 25,12 \cdot h$$

$$h = \frac{316,25}{25,12}$$

$$h = 0,07$$

$$V = C \times l \times h$$

$$316,25 = 9 \times 3 \times h$$

$$316,25 = 27h$$

$$h = \frac{316,25}{27}$$

$$h = 11,7$$

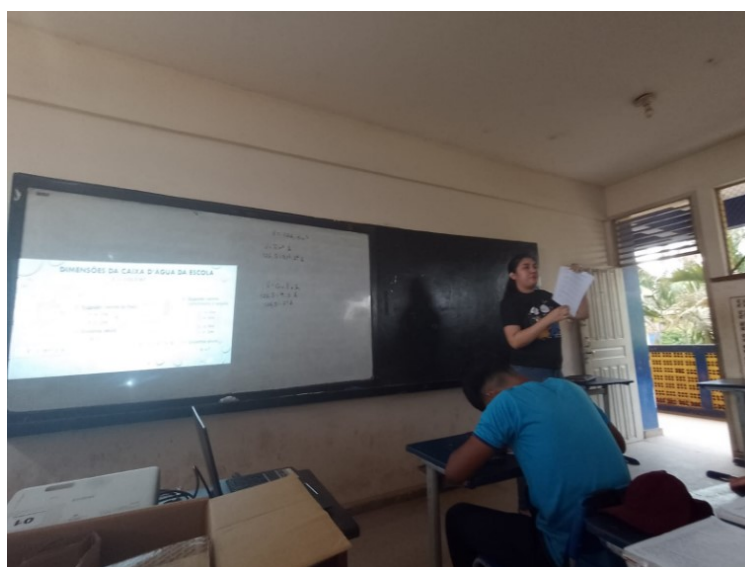
Fonte: Autora, 2025.

A partir dos resultados apresentados, pode-se perceber que, apesar das dificuldades encontradas em efetuar operações básicas de multiplicação e divisão com números decimais, fazendo com que alguns errassem ao realizar as contas, os alunos perceberam que, ao se adotar uma reserva para 5 dias, obteve-se uma caixa d'água com maiores dimensões, aumentando assim a quantidade de materiais a serem utilizados para construí-la, além de necessitar de um grande espaço para posicioná-la na escola.

Em vista disso, as atividades propostas se mostraram como uma metodologia que teve resultado satisfatório em relação aos alunos, uma vez que não somente permitiu o ensino dos objetos de conhecimento da Física e da Matemática, como, também, possibilitou que eles enxergassem o uso desses conteúdos em uma situação cotidiana.

Por fim, após a conclusão desta atividade, no final da aula, conversei com a turma a respeito de um questionário que eu passaria para eles (Figura 23), para obter uma devolutiva com relação a metodologia que foi aplicada durante as aulas, verificando se eles conseguiram perceber que é possível estudar os conteúdos de uma forma menos abstrata e mais interligada com elementos de sua vida diária.

Figura 23- Apresentação do questionário



Fonte: Autora, 2025.

Com a conclusão da resolução do questionário por parte dos alunos, finalizou-se as atividades dentro da escola. A avaliação dos estudantes será apresentada adiante.

4.2 Resposta dos Alunos

O Questionário de Avaliação da Atividade Proposta apresentava seis questões, sendo cinco delas objetivas e uma discursiva (Apêndice 3). 20 alunos responderam, sendo que 7 estudantes deixaram em branco a última pergunta.

No Quadro 3 a seguir, será apresentada as respostas das questões objetivas, sinalizando a quantidade de estudante que marcaram cada alternativa. A pergunta número 1 era para verificar quais alunos não estavam desde o primeiro encontro, devido a troca de turmas de alguns discentes naquele período, por conta do Programa Acelera, e com isso poderia afetar sua compreensão nas atividades, principalmente dos conceitos de Física abordados.

Quadro 3: Resposta perguntas objetivas do questionário.

Pergunta	Sim	Não
1) Você assistiu às aulas com a professora Ednelma desde o primeiro dia (28/08/2024)?	16	4
2) Em relação à forma que ela apresentou as aulas, você considerou de fácil entendimento?	18	2
3) Você conseguiu perceber os conceitos da física abordados durante as aulas?	16	4
4) Você conseguiu perceber os conceitos da matemática abordados durante as aulas?	19	1
5) Na sua opinião, a abordagem utilizada ajudou a enxergar os conteúdos de forma aplicada no seu dia a dia?	19	1

Fonte: Autora, 2025.

No quadro 4 a seguir, serão apresentadas as respostas feitas por 13 alunos, referente a questão 6, que era subjetiva, sugerindo que eles expusessem seus questionamentos ou comentários sobre a metodologia aplicada.

Quadro 4: Resposta da pergunta 6 do questionário.

6) Escreva caso você tenha alguma dúvida ou comentário sobre as aulas ministradas:
Aluno 1: Não tive nenhuma dúvida em relação as aulas, achei o método fácil, antes de continuar o conteúdo a senhora sempre revisava e isso é bom para quem faltou ou quem não entendeu.
Aluno 2: As aulas foram boas e fáceis de entender, mas não vejo como posso usar isso no meu dia a dia ainda.
Aluno 3: As aulas foram de bom entendimento, a professora é uma ótima pessoa no requisito de explicação e legal.
Aluno 4: Não tenho nenhuma dúvida, foi excelente, amei esses dias com ela.
Aluno 5: Nenhuma dúvida, as aulas são muito boas, só meio complicado fazer os cálculos, mas eu aprendi a fazer.
Aluno 6: Eu gostei das aulas com a professora. As aulas foram interessantes e legais, e aprendi algo bem divertido, apesar de não ser boa nisso. Foi uma experiência incrível.
Aluno 7: Achei muito legal as aulas e muito interessantes.
Aluno 8: As aulas foram muito boas, eu consegui aprender algumas coisas interessantes
Aluno 9: Amei as aulas, aprendi com muita facilidade, a prof. Nelma é ótima profissional.
Aluno 10: A única coisa que não consegui entender direito foi como calcular a caixa da escola, não foi muito, só um pouquinho.
Aluno 11: As aulas são muito boas, professora calma, gentil, muito fácil o entendimento.
Aluno 12: As aulas ministradas foram boas para aprender sobre os cálculos da caixa da água e outros deveres e assunto que ela passou.
Aluno 13: No momento não tenho dúvida, amei as aulas e explicação da professora Ednelma, a forma que ela explica me ajudou bastante. Não sou boa com as palavras.

Fonte: Autora, 2025.

5- CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas últimas décadas realizou-se pesquisa, tanto no cenário nacional quanto internacional, a respeito de metodologias a serem aplicadas na educação, que facilitem o processo de ensino e aprendizagem, e se apresente como alternativa ao ensino tradicional.

A partir dos resultados obtidos e analisados por esses pesquisadores, a MM destacou-se como uma ótima estratégia de ensino, por utilizar situações do cotidiano da sociedade para explicar os conteúdos a serem abordados em sala de aula, estudando os conceitos de forma menos abstrata, mais concreta com a realidade presente na vida do aluno.

Apesar dos resultados satisfatórios obtidos nos estudos desses pesquisadores, e da constante divulgação dessa metodologia em minicursos, palestras, entre outros, o ensino tradicional ainda é amplamente aplicado nas escolas brasileiras, devido a resistência por parte de alguns docentes em aderirem a outras estratégias, seja pela insegurança do novo, ou por alegar que possui pouco tempo para ensinar uma grande quantidade de assuntos.

Visando despertar o interesse dos estudantes com relação ao conteúdo a ser abordado, e conscientizar alguns professores extremamente tradicionalistas, de que é possível ensinar os assuntos de forma interdisciplinar com outras áreas do conhecimento, e aplicada ao cotidiano do aluno, esta pesquisa foi realizada.

Diante do exposto, tendo em vista as duas questões centrais da pesquisa: “É possível utilizar a MM para estabelecer uma conexão entre os assuntos teóricos abstratos estudados em sala de aula com práticas encontradas no cotidiano?” e “Como essa interpelação entre teoria e prática, por meio da MM, pode auxiliar o processo de ensino e aprendizagem de conteúdos como Hidrostática e Geometria?”, é possível perceber que tais perguntas foram respondidas, a partir da aplicação desta pesquisa em uma turma de 2º ano, estudando esses conceitos ao se dimensionar reservatórios de água, tanto da casa dos alunos, quanto da caixa d’água da escola.

Apesar dos problemas encontrados durante a aplicação deste trabalho de forma regular nas quartas feiras, devido a imprevistos com choques no calendário escolar, como jogos internos, revisão, semana de provas e entrega de notas, além da mudança de turmas por parte de alguns alunos por conta do Programa Acelera, a pesquisa obteve resultados satisfatórios, pois a maior parte dos discentes mostrou interesse em participar das atividades propostas, mesmo possuindo dificuldades em

efetuar operações básicas, como realizar cálculos de divisão de números decimais, sendo consequência de diversos fatores, dentre eles do déficit no ensino público.

A maioria dos alunos disse ter conseguido perceber os conceitos físicos e matemáticos estudados durante o dimensionamento do reservatório de água, fazendo com que esta pesquisa atingisse os objetivos anteriormente propostos de trabalhar a interdisciplinaridade entre essas áreas do conhecimento, e aplicar a MM nos assuntos a serem abordados com a turma, interligando assim os conteúdos com elementos presentes na realidade do estudante.

Portanto, a partir deste relato de experiência, evidenciou-se na prática que é possível aplicar outras metodologias para facilitar o processo de ensino e aprendizagem, despertando o interesse do estudante com os conteúdos abordados, exemplificado nesta pesquisa por meio do dimensionamento de caixas d'água.

É evidente, entretanto, a necessidade de novos estudos em relação a MM, haja vista que esse tema é de grande relevância para educação brasileira. A aplicação da modelagem em outras situações, como por exemplo o cálculo de cisternas, ou o dimensionamento de fossas e sumidouros, integralizando além da Física e Matemática, a Biologia, por mostrar os danos à saúde e ao meio ambiente devido ao fato do não gerenciamento correto desses fluidos, podendo desta forma se tornar problemáticas para pesquisas futuras.

Assim, é inegável que existem linhas temáticas não exploradas nesta pesquisa. Contudo, o trabalho alcançou o pretendido ao apresentar o relato de experiência realizado na escola, por mostrar os resultados satisfatórios obtidos ao se aplicar os conceitos Matemáticos e Físicos em uma problemática real encontrada no reservatório de água presente na escola.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, J.C. Modelagem na Educação Matemática: contribuições para o debate teórico. **Reunião anual da ANPED**. 24, 2001, Caxambu, Anais. Rio de Janeiro: ANPED, 2001.

BASSANEZI, Carlos Rodney. **Ensino- Aprendizagem com Modelagem Matemática**. São Paulo: Editora Contexto, 2002.

BICUDO, M. A. V. Pesquisa em Educação Matemática. Pro-posições. Campinas, FE/Unicamp, v.4, n.10, p.18-23, mar. 1993.

BIEMBENGUT, Maria Salett. Modelagem Matemática & Resolução de Problemas, Projetos e Etnomatemática: Pontos Confluentes. **ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**. v.7, n.2, p.197-219, novembro 2014.

BIEMBENGUT, Maria Salett. **Modelagem no Ensino Fundamental**. Edifurb: Blumenau, 2014.

BIEMBENGUT, Maria Salett. 30 Anos de Modelagem Matemática na Educação Brasileira: das propostas primeiras as propostas atuais. **ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**. v.2, n.2, p.7-32, jul. 2009.

BOSQUILHA, Alessandra. **Manual Compacto de Matemática: Ensino Fundamental**. 1.ed. São Paulo: Rideel, 2010

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018.

BURAK, Dionísio. Modelagem Matemática: experiências vividas. **Analecta**. Guarapuava- PR. v.06. nº2. Jul/dez, 2005.

CARVALHO JÚNIOR, Roberto de. **Instalações Hidráulicas e o Projeto de Arquitetura**. 7. ed. São Paulo: Blucher, 2013.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; KRANE, Kenneth. **Física 2**. 5 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2003

HEWITT, Paul G. **Física conceitual**. Tradução: Trieste Freire Ricci. 12.ed. Porto Alegre: Bookman, 2015

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2007

LAVILLE, C.; DIONNE, J. (Trad.) MONTEIRO, H.; SETTINERI, F. **A construção do saber: manual de metodologia da pesquisa em Ciências Humanas**. Porto Alegre: Artmed; Belo Horizonte: Editora UFMG, 1999.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M.E.D.A. **Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas**. 2. ed. (Reimpr.). Rio de Janeiro: E.P.U., 2017.

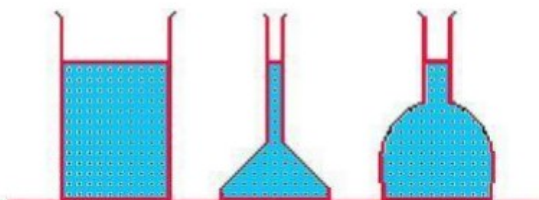
MARQUES, M. O. **Escrever é preciso**: o princípio da pesquisa. 5. ed. rev. Ijuí, RS: Ed. Unijuí, 2006.

YOUNG, H.D.; FREEDMAN, R. A. **Física II**: Termodinâmica e Ondas. 14 ed. São Paulo: Pearson Education, 2016.

APÊNDICE 1

EXERCÍCIO ORAL- DIA 04 DE SETEMBRO DE 2024

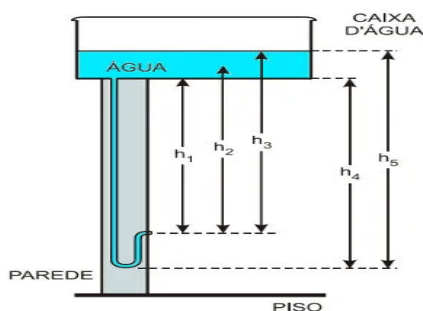
1) (Descomplica) A imagem abaixo mostra três recipientes com volumes diferentes contendo o mesmo líquido, ao mesmo nível.



Conhecendo a lei de Stevin, marque a alternativa correta:

- A pressão exercida pelo líquido no fundo dos três recipientes depende do volume de cada um.
- O recipiente que possuir maior volume terá maior pressão em qualquer ponto do líquido.
- A pressão exercida pelo líquido no fundo dos três recipientes é a mesma.
- O formato do recipiente influencia diretamente na pressão hidrostática.

2) (ENEM 2012) O manual que acompanha uma ducha higiênica informa que a pressão mínima da água para o seu funcionamento apropriado é de 20 kPa. A figura mostra a instalação hidráulica com a caixa d'água e o cano ao qual deve ser conectada a ducha.



O valor da pressão da água na ducha está associado à altura:

- h_1
- h_2
- h_3
- h_4
- h_5

APÊNDICE 2

EXERCÍCIOS DIMENSÕES RESERVATÓRIOS - DIA 23 DE OUTUBRO DE 2024

1) Qual deve ser a altura de uma caixa d'água de 7.200 litros, cujo comprimento é 3m e largura 2m.

Resposta:

$$\text{Volume} = 7200 \text{ litros}$$

$$\text{Volume} = 7,2\text{m}^3$$

$$\text{Volume} = \text{Área da base} \times \text{Altura}$$

$$V = A \times h$$

$$V = c \times l \times h$$

$$7,2 = 3,0 \times 2,0 \times h$$

$$7,2 = 6,0 \times h$$

$$h = \frac{7,2}{6,0}$$

$$h = 1,2 \text{ m}$$

2) Qual deve ser a altura de uma caixa d'água de 10000 litros cujo raio é 1m.

Resposta:

$$\text{Volume} = 10000 \text{ litros}$$

$$\text{Volume} = 10\text{m}^3$$

$$\text{Volume} = \text{Área da base} \times \text{Altura}$$

$$V = A \times h$$

$$V = \pi r^2 \times h$$

$$10 = \pi \times 1^2 \times h$$

$$h = \frac{10}{\pi}$$

$$h = 3,18 \text{ m}$$

APÊNDICE 3**QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DA TURMA SOBRE A APLICAÇÃO DO TCC**

Nome: _____

Turma: _____

1) Você assistiu às aulas com a professora Ednelma desde o primeiro dia (28/08/2024)?

() Sim

() Não

2) Em relação à forma que ela apresentou as aulas, você considerou de fácil entendimento?

() Sim

() Não

3) Você conseguiu perceber os conceitos da física abordados durante as aulas?

() Sim

() Não

4) Você conseguiu perceber os conceitos da matemática abordados durante as aulas?

() Sim

() Não

5) Na sua opinião, a abordagem utilizada ajudou a enxergar os conteúdos de forma aplicada no seu dia a dia?

() Sim

() Não

6) Escreva caso você tenha alguma dúvida ou comentário sobre as aulas ministradas:
